

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-42331
(P2002-42331A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002. 2. 8)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	メモコード (参考)
G 1 1 B 5/738		G 1 1 B 5/738	5 D 0 0 6
	5/65	5/65	5 E 0 4 9
H 0 1 F 10/16		H 0 1 F 10/16	
	10/18	10/18	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-228099 (P2000-228099)

(22) 出願日 平成12年7月28日 (2000. 7. 28)

(71) 出願人 000005810

日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

(72) 発明者 桐野 文良

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(72) 発明者 竹内 輝明

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立マ
クセル株式会社内

(74) 代理人 100099793

弁理士 川北 喜十郎

Fターム (参考) 5D006 BB01 BB07 BB09 CA01 CA05
CA06

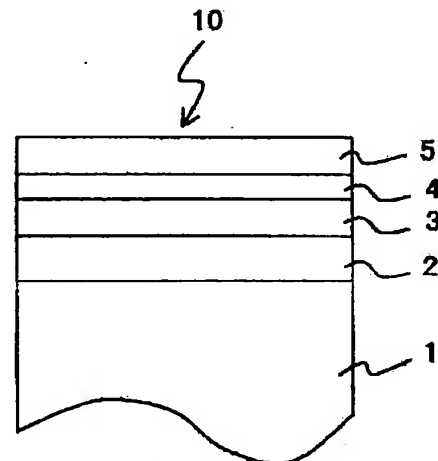
5E049 AA04 AA09 AC05 BA06 DB04

(54) 【発明の名称】 情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置

(57) 【要約】

【課題】 低ノイズ、低熱揺らぎ及び高信頼性を有する高密度記録に好適な磁気記録媒体及びそれを備える磁気記録装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録媒体は、基板1上に下地層3及び磁性層4を備える。下地層3は、正六角形の結晶粒子が均等な幅の結晶粒界部により隔離されたハニカム構造を有する。下地層3上にC o - C o O磁性層4をエピタキシャル成長させる。磁性層4は下地層3のハニカム構造が反映される。これにより磁性層の磁性粒子径とその分布を小さくでき、磁性粒子間の磁氣的相互作用も低減される。この磁気記録媒体は熱ゆらぎやノイズが少ない。C o - C o O磁性層は、高い保磁力を有するとともに耐食性が高いので、高信頼性の磁気記録媒体が提供できる。かかる磁気記録媒体を備える磁気記録装置は超高密度記録を実現できる。



- 1 基板
- 2 制御層
- 3 下地層
- 4 磁性層
- 5 保護層

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報記録媒体であって、
基板上に、下地層及び磁性層を順に備え、
上記下地層が、六角形状の結晶粒子と、該結晶粒子を取り囲む結晶粒界面部とから構成され、
上記結晶粒子は、基板面に平行な面内においてハニカム状に配列した構造を有し、且つ、酸化コバルト、酸化ニッケル及び酸化鉄からなる群より選ばれた少なくとも 1 種類の酸化物から実質的に構成され、
上記結晶粒界面部は、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化タンタル及び酸化亜鉛からなる群より選ばれた少なくとも 1 種類の酸化物から構成され、
上記磁性層は、コバルトとコバルト酸化物とからなる混合物から構成されていることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】 上記磁性層は、15 at % ~ 30 at % の範囲内の酸素を含有することを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 3】 上記磁性層は、上記下地層からエピタキシャル成長していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 4】 上記磁性層は、上記下地層のそれぞれの結晶粒子に対応して成長した磁性粒子と、それぞれの磁性粒子によって画成された境界部とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 5】 上記磁性層の基板面に対して垂直方向における構造が柱状構造であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 6】 上記基板と下地層との間に、更に、下地層の初期成長を防止するための制御層を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 7】 上記制御層は、非晶質膜または、bcc、hcp 及び B2 からなる群から選ばれた一種の構造を有する結晶質膜であることを特徴とする請求項 6 に記載の情報記録媒体。

【請求項 8】 少なくとも一つの、請求項 1 に記載の情報記録媒体と、

情報を記録または再生するための磁気ヘッドと、
上記情報記録媒体を上記磁気ヘッドに対して駆動するための駆動装置とを含む情報記録装置。

【請求項 9】 上記少なくとも一つの情報記録媒体が複数の磁気ディスクであり、上記駆動装置が上記複数の磁気ディスクを同軸上に支持して回転するための回転軸を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、大量の情報を記録

2

するための情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置に関し、特に、高性能で高信頼性を有する高密度記録用の情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の高度情報化社会の進展にはめざましいものがあり、各種形態の情報を統合したマルチメディアが急速に普及してきている。マルチメディアの一つとしてコンピュータ等に装着される磁気ディスク装置が知られている。現在、磁気ディスク装置は、記録密度を向上させつつ小型化する方向に開発が進められている。また、それに並行して装置の低価格化も急速に進められている。

【0003】 磁気ディスクの高密度化を実現するためには、1) ディスクと磁気ヘッドとの距離を狭めること、2) 磁気記録媒体の保磁力を増大させること、3) 信号処理方法を高速化すること、4) 磁気記録媒体の熱揺らぎを低減すること、等が要望されている。

【0004】 磁気記録媒体は基板上に磁性粒子が集合してなる磁性を有しており、磁気ヘッドからの磁界によりいくつかの磁性粒子がまとまって同方向に磁化されることによって情報が記録される。それゆえ、磁気記録媒体において高密度磁気記録を実現するには、磁性膜の保磁力の増大に加え、磁性層中で一度に同方向に磁化され得る最小面積、すなわち磁化反転が生じ得る単位面積を小さくする必要がある。磁化反転単位面積を小さくするには、磁性粒子を微細化することと、磁性粒子間で働く磁氣的相互作用を低減することが必要である。例えば、磁気記録媒体において、 40 Gbits/inch^2 (約 6.20 Gbits/cm^2) を超える面記録密度を実現するためには、磁性粒子径を 10 nm 以下に制御することが必要とされる。磁性粒子を微細化する際には粒子径のばらつきを低減することが、磁性粒子の熱ゆらぎを防止するという観点から重要である。また、結晶粒子間で働く磁氣的相互作用を低減するための方法として、結晶粒子間を非磁性物質で磁氣的に遮断することが行なわれている。これらを実現する試みとして、例えば、米国特許 4652499 号には基板と磁性膜との間にシード膜を設ける方法が開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の基板上にシード膜を介して磁性層を設ける方法では、磁性層における磁性粒子径及びその分布を制御するには限界があった。例えば、 40 Gbits/inch^2 (約 6.20 Gbits/cm^2) を超える超高密度記録を行なう場合に、シード膜材料、成膜条件、シード膜の構造等を調整しても、粒子径分布はブロードであり、粗大化した粒子や微細化した粒子が混在していた。情報を記録する場合（磁化を反転させる場合）、微細化した粒子は周囲の磁性粒子からの漏洩磁界の影響を受ける。一

3

方、粗大化した粒子は周囲の磁性粒子に磁氣的相互作用を与えるために、確実に情報を記録することが困難な場合があった。

【0006】本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その第1の目的は、結晶粒子が微細化された磁性膜を有し、ノイズの発生が小さい高性能情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置を提供することにある。

【0007】本発明の第2の目的は、結晶粒子径の分布が抑制された磁性層を有し、低ノイズ、低熱揺らぎ及び低熱減磁の情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置を提供することにある。

【0008】本発明の第3の目的は、磁性膜の結晶配向性が制御された高密度記録に好適な情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置を提供することにある。

【0009】本発明の第4の目的は、磁性粒子間の磁氣的相互作用が低減され、記録や消去時の磁化反転単位が微小化された高密度記録用の情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置を提供することにある。

【0010】本発明の第5の目的は、40 Gb/inch²を超える面記録密度を有する超高密度情報記録媒体及びそれを備える情報磁気記録装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様に従えば、情報記録媒体であって、基板上に、下地層及び磁性層を順に備え、上記下地層が、六角形状の結晶粒子と、該結晶粒子を取り囲む結晶粒界面とから構成され、上記結晶粒子は、基板面に平行な面内においてハニカム状に配列した構造を有し、且つ、酸化コバルト、酸化ニッケル及び酸化鉄からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物から実質的に構成され、上記結晶粒界面は、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化タンタル及び酸化亜鉛からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物から構成され、上記磁性層は、コバルトとコバルト酸化物とからなる混合物から構成されていることを特徴とする情報記録媒体が提供される。

【0012】本発明の情報記録媒体は、結晶粒子と該結晶粒子を取り囲む結晶粒界面とからなる下地層と、該下地層上に形成されたCo-C-O磁性層とを備える。下地層の結晶粒子は、酸化コバルト、酸化ニッケル及び酸化鉄からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物から実質的に構成され、それを取り囲む結晶粒界面は、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化タンタル及び酸化亜鉛からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物から構成される。かかる下地層は非磁性であることが好ましい。

【0013】下地層の結晶粒子は、基板面に平行な面では図2に示すように正六角形の形状を有し、基板面に垂直な断面では柱状の形状を有する。結晶粒子は、その柱

4

状の断面が下地層の成長とともに扇状に広がることなく形成されている。それゆえ下地層は結晶粒界面の幅が均等な構造を有している。一つが正六角柱をなす結晶粒子が集合体となって正六角柱が規則的に配列したハニカム構造を形成している。

【0014】下地層中に析出している結晶粒子及びその粒界面は、それぞれ、結晶質及び非晶質から構成されている。結晶質及び非晶質の解析は例えばX線回折法による格子像観察を用いることができる。結晶粒子径分布の標準偏差 σ は平均粒子径の10%以下であることが好ましい。粒子径分布は正規分布であるため、下地層の結晶粒子の粒子配列の規則性は極めて高い。結晶粒子を構成する材料とその粒界面を構成する材料の組成比を調整することにより、結晶粒子径及び結晶粒子間の距離を制御することができる。

【0015】下地層の膜厚は3 nm～50 nmが好ましい。下地層の膜厚が3 nm未満であると、成膜装置の都合上安定した成膜が困難であり、50 nmを超えると下地層全体の厚さが増し成膜に時間がかかる。また、結晶粒子の間隔（結晶粒界面の幅）は0.5 nm～2 nmが望ましい。これにより、ハニカム構造が安定して得られ、かつ磁性粒子間の磁氣的相互作用を十分に抑制できる。この結晶粒子間の距離は、結晶粒子を構成する酸化物と結晶粒界面に存在する酸化物の濃度及び組成比を制御することにより調節することができる。

【0016】下地層の結晶粒子及び結晶粒界面の、基板表面に対して垂直方向の厚みは、互いに異なることが好ましい。特に、結晶粒界面における厚みが、結晶粒子における厚みよりも厚く（高く）、その厚さの差が3 nm以下であることが特に好ましい。結晶粒子及び結晶粒界面の厚さに、このような差を設けるには、成膜の際に各々の部分の成膜速度に違いが生じるようにするか、エッチング速度の違いを利用したエッチング処理を行えばよい。

【0017】下地層を成膜する方法としては、共鳴吸収によりプラズマを発生させ、発生したプラズマをターゲットに衝突させてターゲット粒子をスパッタさせ、基板とターゲットの間にバイアス電圧を印加することにより、スパッタしたターゲット粒子を基板上に誘導しつつ堆積させて成膜する方法が好ましく、例えば、マイクロ波による共鳴放電を利用するECRスパッタ法が好ましい。このスパッタ法は、バイアス電圧のかけ方により、ターゲット粒子の運動エネルギーを揃えることができ、かつそのエネルギーをより精密に制御できる。特に、ECRスパッタ法を用いて下地層を形成することにより、複雑なスパッタ条件を必要とせず、所望の結晶配向及び良好なハニカム構造の膜が得られる。

【0018】下地層上に形成される磁性層は、下地層の構造を反映してハニカム構造を有しており、下地層中の結晶粒子上から、磁性層の磁性粒子が連続してエピタキ

5

シャル成長している。下地層のハニカム構造を適宜調整することにより、下地層上に所望の粒子径及び結晶配向性を有する磁性粒子を成長させることが可能となる。すなわち、下地層は、磁性層の粒子径、粒子径分布、結晶配向性及び磁気異方性を制御する働きを有する。下地層の構造、配向性、結晶粒子径などを制御するには、結晶粒子を形成する酸化物及び結晶粒界物質の濃度（組成）や、結晶粒界部の材料、成膜条件を適宜好適に選択すればよい。

【0019】磁性層は、コバルトとコバルト酸化物とからなる混合物薄膜（ $\text{Co}-\text{CoO}$ 部分酸化膜）から構成される。磁性層は、成膜後に形成された磁性層中の Co のイオンの価数が、成膜の際に用いた磁性層の原料（ Co ）のイオンの価数より低くなる（還元させる）ように、成膜時に Co の酸化状態を制御することが好ましい。これは、 Co 金属と Co 酸化物を共存させることにより、ハード磁性を誘起できるからである。また、磁性層を構成するコバルト金属とコバルト酸化物の割合を調整することにより、磁性層の磁性を制御することができる。磁性層中に含まれる酸素量が実質的に15at%～30at%になるようにコバルト金属（ Co ）とコバルト酸化物（ CoO ）の割合を調整することが好ましい。これにより、例えば1.0kOe（約79.58kA/m）～3.0kOe（約238.74kA/m）の高保磁力の磁性層を得ることができる。かかる高保磁力の磁性層は、熱ゆらぎや熱減磁に強いので、高密度に情報を記録するための記録層として極めて好適であり、かかる磁性層を記録層として備える磁気記録媒体は高い信頼性を有する。磁性膜上には、当該磁性膜を保護するための層を設けることも可能である。

【0020】本発明の情報記録媒体は、基板と下地層との間に制御層を設けることができる。制御層には、非晶質膜または結晶質膜を用いることができる。非晶質膜を用いる場合は、非晶質膜は無機化合物材料、ハフニウム合金またはコバルト合金を用いて構成することができる。無機化合物材料には、例えば、酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸化クロム、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム及び酸化チタンからなる群から選ばれる少なくとも1種類の無機化合物を用い得る。コバルト合金を用いる場合は、コバルトを主体として、クロム、ニオブ、ジルコニウム、チタン、タンタル、バナジウム、ルテニウム及びアルミニウムからなる群より選ばれる少なくとも1種類の元素を含む合金を用い得る。

【0021】一方、制御層として結晶質膜を用いる場合には、結晶質膜は、例えば、ニッケル、ニッケル合金、クロム及びクロム合金からなる群より選ばれた少なくとも一種から構成することができる。この場合、合金には、例えば、クロム、ニオブ、ジルコニウム、チタン、タンタル、バナジウム、アルミニウム、ニッケル、モリブデン及びタングステンからなる群から選ばれた少なく

6

とも1種類の元素を含み得る。また、結晶質膜は、bcc（Body-Centered Cubic）、hcp（Hexagonal Closest Packing）またはB2構造が好ましい。制御層の結晶粒子は、その上に形成される下地層の結晶成長の核として作用するので、下地層の結晶粒径及び結晶粒子分布を制御することができる。これに加えて、下地層の微結晶の集まりである初期成長層を実質的に抑制した状態で、制御層上に下地層をエピタキシャル成長させることができる。

【0022】本明細書において、「酸化コバルト、酸化ニッケル及び酸化鉄からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物から実質的に構成される結晶粒子」とは、結晶粒子が、酸化コバルト、酸化ニッケル及び酸化鉄からなる群より選ばれた少なくとも1種類の酸化物のみならず、不純物として、例えば、結晶粒界部に含まれる酸化物又はそれを構成する元素を数%程度含んで構成されていてもよいことを意味する。

【0023】本発明の第2の態様に従えば、本発明の第1の態様に従う少なくとも一つの磁気記録媒体と、情報を記録又は消去するための磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して駆動するための駆動装置と；を有する磁気記録装置が提供される。

【0024】本発明の磁気記録装置は、本発明の第1の態様の磁気記録媒体を装着しているため、画像や音声、コードデータなどの情報を、低熱揺らぎ、低熱減磁、低ノイズで高密度記録することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明に従う情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置について実施例により詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0026】

【実施例】本実施例では、図1に示したように、ディスク基板1上に、制御層2、下地膜3、磁性層4及び保護層5を備える磁気ディスクを以下のようにして製造した。

【0027】ディスク基板1として、直径2.5インチ（約6.25cm）のガラス円板を用意した。この基板1上に、制御層2としてCr膜を電子サイクロトロン共鳴（ECR）スパッタ法により形成した。制御層2は、この上に形成される下地膜3の初期成長層の形成を抑制するための層である。制御層2の成膜では、ターゲットにCrを、放電ガスにArをそれぞれ用いた。スパッタの条件は、放電ガス圧力が0.3mTorr（約39.9mPa）、投入マイクロ波パワーが0.7kW、プラズマを引き込むための電圧が500V（直流）である。成膜時の基板温度は室温である。制御層2の膜厚は3nmとした。

【0028】次いで、制御層2上に下地膜3をECRスパッタ法により成膜した。スパッタターゲットとしてC

7

oOとSiO₂を3:1に混合して焼結した材料を用い、放電ガスにはArを用いた。スパッタ時の圧力は0.3mTorr(約39.9mPa)、投入マイクロ波電力は0.7kW、基板温度は室温である。また、マイクロ波により励起されたプラズマを引き込むために500WのRFバイアスを印加した。形成した下地層3の膜厚は20nmである。

【0029】〔下地層の構造分析〕得られた下地層3の表面を透過型電子顕微鏡(TEM)により観察した。観察された下地層の構造の模式図を図2に示す。図2に示したように、下地層は、正六角形の粒子12の集合体であり、粒子は互いに粒界面14を介して二次元的に規則正しく配列していた。すなわち、下地層3は、平面的には粒子12がハニカム状に配列したハニカム構造を示していた。このハニカム構造における粒子12の寸法(結晶粒子径)は10nmであり、粒界面14の幅(結晶粒子間距離)は0.8nmであった。この値は、成膜条件やターゲットの組成(CoOとSiO₂の比など)を変化させることにより所望の値を選択することができる。しかし、結晶粒子間距離が2nm以上になると、ハニカム構造を維持することができず、無定形になることがわかった。また、結晶粒子間距離が0.5nm以下になると、結晶粒子サイズの分布が大きくなった。このことから、この構造を維持できる範囲が限られていることがわかった。

【0030】下地膜の極微小領域のエネルギー分散型X線分析(μ -EDX)により粒子12とその粒界面14を分析したところ、粒子12はCoO(コバルト酸化物)であり、粒界面14に存在しているのが酸化シリコンであることがわかった。また下地層の格子像観察から、粒子12のコバルトの酸化物は結晶質であり、粒界面14の酸化シリコンは非晶質であることがわかった。

【0031】下地層の断面をTEMにより観察したところ、基板に対して垂直方向に柱状の組織が観察された。この柱状組織は、途中で結晶粒子が末広がりになることなく成長していることがわかった。また、結晶粒子の粒子サイズも一定のままであった。また、初期成長層のような無定形の組織部分は3nm以下であり、良好な断面組織を有していた。比較のために、制御層2を形成しないで、基板1上に直接下地層3を上記と同じ膜厚(20nm)にて形成した。その結果、この膜厚では柱状組織が得られなかった。このように、良好な断面組織を有する下地層を膜厚20nm程度で得る場合には、制御層を設けることが有効である。

【0032】つぎに、下地層の断面構造において、粒子(結晶質部分)とその粒界(非晶質部分)との高さ(厚さ)を比較した。還元雰囲気で作製した下地層は、非晶質部分の高さが結晶質部分の高さよりも平均で2.3nm高かった。

【0033】次いで、先の下地膜表面のTEM観察結果

8

を用いて、結晶粒子径の分布及びある1つの結晶粒子の周囲に存在している結晶粒子の数(以下、配位数と称す)を解析した。解析は、ランダムに抽出した500個の結晶粒子について行なった。解析の結果、結晶粒子サイズは平均で10nmであった。また、粒子サイズの分布は正規分布をしており、標準偏差を求めると σ で0.5nmであった。つぎに、配位数を求めたところ平均で6.02個であった。このことは、サイズの揃った六角形状の結晶粒子が、二次元的に規則的に配列している(ハニカム構造)ことを示している。配位数は、粒子サイズの分布や粒子形状に加えて、結晶粒子間隔に依存して変化する。

【0034】〔磁性膜の形成〕つぎに、下地層3上に磁性膜4として、Co-COOの部分酸化膜を成膜した。磁性膜4の成膜には、ECRスパッタ法を用いた。ターゲットにCoOを、放電ガスにAr-5vol%H₂をそれぞれ用いた。基板温度は250℃、放電ガス圧力が0.3mTorr、投入マイクロ波電力が0.7kW、プラズマを引き込むためのRF電力が500Wである。

【0035】〔磁性膜の構造分析〕得られた磁性膜4のCoの結合状態についてESCA(Electron Spectroscopy for Chemical Analysis)により調べたところ、Co(2p)のESCAスペクトルにおいて結合性のCoに加えて、金属のCoのピークが観察された。このことは、ECRスパッタ時にCoOの一部が還元されて、金属のCoが析出したことを示している。また、ターゲットに用いたCoOのESCAスペクトルにおける結合性Coのピークに比べて、成膜された磁性層における結合性Coのピークが化学シフトしていることが観測されており、磁性層の酸化状態が変化していることがわかる。磁性層の酸素の含有量を正確に定量することは困難であるが、例えばEPMA(Electron Probe Micro Analysis; 電子プローブ微量分析)で分析すると、 $\pm 3\%$ 程度の誤差を考慮して15at%程度と推定される。磁性層の酸素の含有量が実質的に15at% \sim 30at%であれば、磁性層は良好なハード磁性を示すことがわかった。

【0036】また、磁性層についてTEMによる平面観察及び断面観察を行なったところ、磁性層の結晶粒子が下地層の結晶粒子からエピタキシャル成長していることがわかった。すなわち、下地層の構造及び形状を反映してハニカム構造を有していた。磁性層の各々の結晶粒子は物理的に孤立していた。また、磁性層の結晶粒子径は下地層の結晶粒子径とほぼ同一であり、磁性層の結晶粒子が末広がりになることなく成長していることがわかった。また、磁性層の結晶粒子間距離は、下地層の結晶粒子間距離とほぼ同じであった。磁性層の結晶粒子間距離は、結晶粒子同士の磁氣的結合に影響するので、最適な値に制御する必要がある。結晶粒子間距離は0.5nm \sim 2.0nmである。この値は、ハニカム構造を維持で

9

きる値の範囲とも一致している。本実施例では、磁性層の成膜にECRスパッタ法を用いたが、RFスパッタ法や電子ビーム蒸着法を用いても良い。

【0037】〔保護層の形成〕最後に、磁性層4上に保護層5として、C（カーボン）膜を3nmの膜厚で成膜した。成膜にはECRスパッタ法を用いた。ターゲットには、円筒状のカーボンターゲットを用いた。また、放電ガスにはArを用い、スパッタ時の圧力は0.3mTorr（約39.9mPa）、投入マイクロ波電力は1kW（周波数は2.38GHz）、基板温度は室温である。またスパッタ時には、マイクロ波により励起されたプラズマを引き込むためにDCバイアスを500Vでターゲットに印加した。ここでは、スパッタガスにArを使用した。窒素を含むガス、あるいは窒素と水素を含むガスを用いてもよい。窒素を含むガスをスパッタガスに用いると、粒子を微細化することができるので、得られる膜が緻密化し、保護性能を向上させることができる。また、成膜された窒素化カーボンは高い硬度を有するので保護性能も高い。保護層の膜質は、このようなスパッタの方法に加えて、用いる装置にも大きく依存する。それゆえ、使用する装置に応じて、スパッタ条件やスパッタ法を適宜好適に選択することが望ましい。

【0038】こうして図1に示す積層構造を有する磁気ディスクを作製した。そして、得られた磁気ディスクについて磁気特性を測定した。得られた磁気特性は、保磁力が2.5kOe（約198.95kA/m）、Isvが 2.5×10^{-16} emu、M-Hループにおけるヒステリシスの角型性の指標であるSが0.80、S↑が0.85であり、良好な角型性を有していた。ここで比較のために、基板上に下地層を形成しないで直接磁性層を形成した媒体について磁気特性を測定したところ、保磁力が1.8kOe（約143.24kA/m）と小さかった。このことから、本実施例の磁気ディスクは下地層を備えるために、結晶配向性の向上や柱状組織の形成が促進されていると考えられる。

【0039】次に、磁気ディスクの表面に潤滑剤を塗布して磁気ディスクを完成させた。そして上記と同様の製造方法により複数枚の磁気ディスクを作製し、それらを磁気記録装置に組み込んだ。磁気記録装置の概略構成を図3及び図4に示す。図3は磁気記録装置60の上面図であり、図4は、図3の破線A-A'における磁気記録装置60の断面図である。記録用磁気ヘッドとして、2.1Tの高飽和磁束密度を有する軟磁性膜を用いた薄膜磁気ヘッドを用いた。磁気ヘッドのギャップ長は0.12μmであった。再生のために巨大磁気抵抗効果を有する磁気ヘッド（デュアルスピナルブ型磁気ヘッド）を用いた。記録用磁気ヘッド及び再生用磁気ヘッドは一体化されており、図3及び図4では磁気ヘッド53として示した。この一体型の磁気ヘッド53は磁気ヘッド用駆動系54により制御される。複数の磁気ディスク10

10

は、回転駆動系51のスピンドル52により、同軸回転される。磁気ヘッド面と磁気ディスク10との距離は11nmに保った。このディスクに40Gbits/inch²（約6.20Gbits/cm²）に相当する信号（700kFCI）を記録して、ディスクのS/Nを評価したところ、32dBの再生出力が得られた。

【0040】ここで、磁気力顕微鏡（MFM）により、情報記録時の磁化反転単位を測定したところ磁性粒子2個分程度であった。これは、従来の磁化反転単位に比べて十分に小さい。これに伴い、隣接する磁化反転単位の境界に相当する部分（ジグザグパターン）も従来の磁気ディスクより著しく小さかった。また熱ゆらぎや熱による減磁も発生していなかった。これは、磁性粒子が微細化し、磁化反転単位も小さくなったため、磁化反転領域の境界線が滑らかになったことを示している。また、この磁気ディスクのエラーレートを測定したところ、信号処理を行わない場合の値で 1×10^{-5} 以下であった。

【0041】以上、本発明の情報記録媒体について実施例により具体的に説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。上記実施例では、下地層の結晶粒子の粒界に存在する酸化物として酸化シリコンを用いたが、酸化シリコンの代わりに、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化タンタルあるいは酸化亜鉛を用いても同様の結果を得ることができる。これら下地層を構成する酸化物の中で、酸化シリコンが最も良好なハニカム構造が得られ、次いで、酸化アルミニウム、酸化チタン及び酸化タンタルである。酸化亜鉛はスパッタ速度が高く、成膜の制御に困難が生じた。これらの酸化物を混合させたものを下地膜の粒界部に用いても良い。また、下地層の結晶粒子を形成する化合物には、例えば、酸化ニッケル及び酸化鉄の少なくとも一方の化合物を用いても良い。

【0042】また、制御層としてCr以外に、Crを主体とし、これにNb、Zr、Ta、V、Al、Ni、Mo、V、Wなどの少なくとも1種類の元素を添加したbcc系の合金を用いても同様の効果を得ることができた。かかる材料のほかに、例えばNi薄膜や、NiにNb、Zr、Ta、V、Al、Ni、Mo、V、W、Ti、Crの中から選ばれた少なくとも一種の金属を添加したB2構造のNi合金薄膜を用いても良い。更には、Co-Cr-RuやCo-V、Co-Mo、Co-Crなどの非磁性のhcp構造の合金を制御層として用いても良い。これらの材料は、いずれも結晶質材料である。

【0043】また、制御層を構成する材料として非晶質材料を用いても良い。例えば、Co₆₀Ta₂₅Zr₁₅に代表されるCo-Ta-Zr非晶質合金膜（非磁性）やCo-Nb-Zr、Co-Ti-Zr、Co-V-Alなどの薄膜も制御層に好適である。これらのほかに、非晶質のCo合金として、Cr、Nb、Zr、Ti、Ta、V、Alの中から選ばれる少なくとも1種類

11

あるいは2種類の元素をC oに添加した非磁性の薄膜を用いても良い。また、H fなどの非晶質金属を制御層として用いてもよい。

【0044】更には、下地膜に用いる非晶質材料として、酸化シリコン、酸化クロム、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウム、酸化チタンなどの無機化合物を用いても良い。

【0045】制御層を構成するこれらの材料は、下地層の初期成長層の抑制に加えて、基板と下地膜との密着力の向上に効果があった。

【0046】

【発明の効果】本発明の情報記録媒体は、基板上にハニカム構造を有する無機化合物の下地層を備えるので、下地層上に形成される磁性層の結晶粒子サイズ及びその分布を小さくすることができる。更には、磁性層の磁性結晶粒子間の距離を制御できるので、磁性層の磁性粒子間の磁氣的相互作用を低減できる。それゆえ本発明の情報記録媒体は、低ノイズで情報を再生することができ、熱揺らぎに強く、低熱減磁である。また、本発明の情報記録媒体は、磁性層がC o-C o O磁性膜から構成されているので、高い保磁力と高い耐食性を有する。それゆえ高信頼性の情報記録媒体を提供することができる。本発明の情報記録媒体及びそれを備える情報記録装置は、面記*

12

*録密度が40Gb/inch²(約6.20Gbits/cm²)を超える超高密度磁気記録を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1で作製した磁気ディスクの断面構造を模式的に示す図である。

【図2】本発明に従う情報記録媒体の下地層の表面構造を模式的に示す図である。

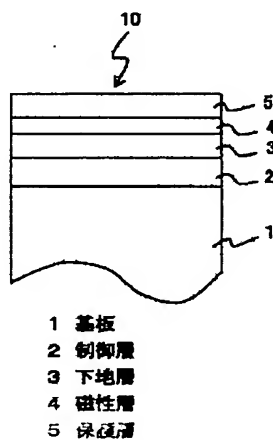
【図3】本発明の一例である磁気記録装置の概略構成図である。

【図4】図3に示す磁気記録装置のA-A'方向における概略断面図である。

【符号の説明】

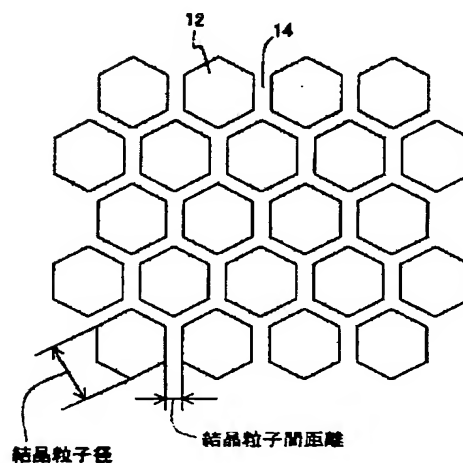
- 1 基板
- 2 制御層
- 3 下地層
- 4 磁性層
- 5 保護層
- 10 磁気ディスク
- 52 スピンドル
- 53 磁気ヘッド
- 54 磁気ヘッドの駆動系

【図1】



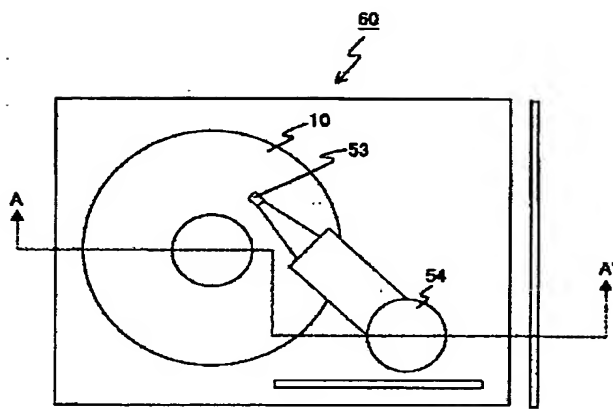
- 1 基板
- 2 制御層
- 3 下地層
- 4 磁性層
- 5 保護層

【図2】



- 12 結晶粒子
- 14 結晶粒子間距離

【図3】



【図4】

